

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

EXPRESS MAIL MAILING

NO. EV63098632845

B4

PUBLICATION NUMBER : 02023306
PUBLICATION DATE : 25-01-90

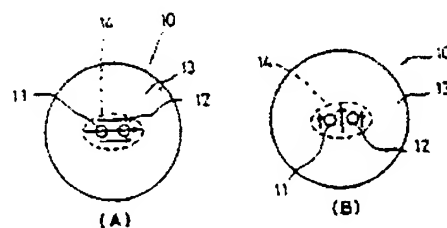
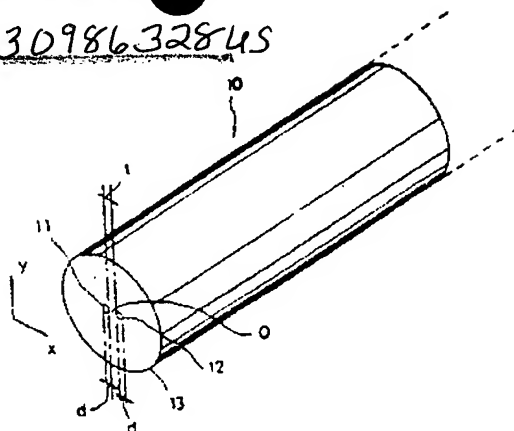
APPLICATION DATE : 12-07-88
APPLICATION NUMBER : 63173042

APPLICANT : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD;

INVENTOR : YOKOTA HIROSHI;

INT.CL. : G02B 6/16 G02B 6/16

TITLE : POLARIZATION MAINTAINING
OPTICAL FIBER



ABSTRACT : PURPOSE: To easily obtain a core which as large ellipticity by forming a single waveguide part of cores which are arranged in a clad and have a larger refracting index than the clad.

CONSTITUTION: The single waveguide part consists of the cores 11 and 12 which are arranged in the core 13 and have the larger refractive index than the clad 13. The waveguide part (x) is high in refractive index on an average in (x)- polarization mode and low in mean refractive index in (y)-polarization mode. Consequently, the refractive indexes corresponding to both polarized components are different to cause double refraction. Namely, the (x)-directional propagation constant β_x is not equal to the (y)-directional propagation constant β_y and the components in both polarization modes can not be coupled and are propagated without interfering with each other. Consequently, an optical fiber corresponding to an elliptic core type polarization maintaining fiber which has large ellipticity can easily be obtained.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-23306

⑤ Int. Cl.⁵

G 02 B 6/16

識別記号

3 0 1
3 4 1

庁内整理番号

8806-2H
8806-2H

⑬ 公開 平成2年(1990)1月25日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭ 発明の名称 偏波保持光ファイバ

⑯ 特 願 昭63-173042

⑰ 出 願 昭63(1988)7月12日

⑱ 発 明 者 田 中 茂 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑲ 発 明 者 笹 岡 英 資 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑳ 発 明 者 菅 沼 寛 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

㉑ 発 明 者 横 田 弘 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

㉒ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉓ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

偏波保持光ファイバ

2. 特許請求の範囲

1. HE_{11} モードの光を伝搬する偏波保持光ファイバにおいて、クラッド中に配置されたクラッドよりも高い屈折率を有する複数のコアによって単一の導波部が形成されていることを特徴とする偏波保持光ファイバ。

2. コアの横断面形状が円形である請求項1記載の偏波保持光ファイバ。

3. HE_{11} モードの2つの偏波に対する複屈折率を増大させるための応力付与部が付加されている請求項1記載の偏波保持光ファイバ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、直交する2つの偏波モードの結合を

減少させた偏波保持光ファイバに関するものである。

(従来の技術)

光ファイバセンサなどのように、光ファイバ中を伝搬させた光波信号の位相情報を利用する用途には、直交する2つの偏波モード相互間の不規則な結合を防止した偏波保持光ファイバが必要となる。このような光ファイバは、光ファイバ横断面内のx方向の屈折率分布とy方向の屈折率分布に異方性を与えて両偏波モードの伝搬定数 β_x と β_y の差を拡大することにより得られる。

具体的な設計法としては、大越孝敬 他による「光ファイバ」(オーム社、昭和58年)に記されているように、①コア形状を真円から楕円形状にした「楕円コア型」と②異方性の熱応力付与による光弾性効果を利用した「応力付与型」の2種類が知られている。第6図は「楕円コア型」の偏波保持光ファイバの一例を示す横断面図であり、クラッド1の中央に楕円形のコア2が設けられている。第7図は「応力付与型」の偏波保持光ファ

イバの一例を示す横断面図であり、クラッド1の中央に真円形のコア3が形成され、その両側に応力付与部4、5が付加されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

「楕円コア型」偏波保持光ファイバの場合、 x 方向と y 方向の屈折率分布の異方性は、楕円コアの長軸と短軸の長さの差異に起因するが、この程度の幾何学的異方性からは応力付与型に比べて必ずしも複屈折（ x 、 y 方向の屈折率の差）は大きくできない。また、楕円形状のコアを設計通りの精度で製造することは必ずしも容易でない。すなわち、プリフォームを線引きして光ファイバにする場合、溶融後のプリフォームは液体化したガラスの表面張力により断面内の異形部は真円に近付こうとするため、プリフォーム段階でいかに正確に楕円コアを加工しても線引き後の光ファイバのコアは真円に近付いてしまう。

一方、応力付与型偏波保持光ファイバについては、比較的大きな複屈折が得られるものの、応力付与部に通常用いるボロン（B）添加石英材料が

高価なために光ファイバ全体が通常の通信用の光ファイバに比べ高価となる。

本発明の課題は、このような問題点を解消することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するために、本発明の偏波保持光ファイバは、クラッド中に配置されたクラッドよりも高い屈折率を有する複数のコアによって単一の導波部を形成したことを特徴とするものである。

〔作用〕

たとえば、複数のコアを横断面において x 方向に配列したとすると、これらのコアによって形成される導波部は、 x 偏波モードでは平均的に屈折率が高く、 y 偏波モードでは平均的な屈折率が低くなる。その結果、両偏波成分に対応する屈折率に差異が生じ複屈折が発生する。すなわち、 x 方向の伝搬定数 β_x と y 方向の伝搬定数 β_y とが一致しなくなり、両偏波モードは結合することができず、相互に干渉し合うことなく伝搬される。

〔実施例〕

第1図は本発明の一実施例を示す斜視図である。本実施例のシングルモード偏波保持光ファイバ10は、直径が d の2つのコア11、12が、クラッド13の中心Oから等距離（ $t/2$ 、 $t > 0$ ）離れて配置されている。2つのコア11、12の屈折率 n_1 はクラッド13の屈折率 n_2 よりも大きくなっている。コア11、12のそれぞれの概略寸法は、通信用の一般的な単一モード光ファイバの真円コアの寸法よりも十分小さく、2つのコア11、12を合わせた全体の寸法が一般的な単一モード光ファイバの真円コアの寸法にはほぼ対応することになる。

このように構成された本実施例の偏波保持光ファイバ10は、2つのコア11、12の大きさと間隔、およびコア11、12の屈折率 n_1 、クラッド13の屈折率 n_2 を適当に選ぶことにより、2つのコア11、12が全体としてあたかも単一の導波路であるかのように機能し、唯一の基底モード（ HE_{11} モード）のみを伝搬させることが可

能となる。

第2図は、本実施例の偏波保持光ファイバ10の横断面図であり、同図（A）には偏波保持光ファイバ10における基底モードの x 方向に電界を持つ偏波モード HE_{11}^x が矢印で示されており、同図（B）には基底モードの y 方向に電界を持つ偏波モード HE_{11}^y が矢印で示されている。実質的に電界分布の集中する領域（導波部）14は、2つのコア11、12を焦点とする楕円領域を形成するが、電界強度が最も集中する光ファイバ中心を通る成分に注目すると、 x 偏波モードでは平均的に屈折率が高く、 y 偏波モードでは平均的に屈折率が低い。その結果、両偏波成分に対応する屈折率に差異が生じ複屈折が発生する。

このように、 x 、 y 偏波に対応する屈折率が異なると、両者の伝搬定数 β_x 、 β_y は異なるようになり、 $\Delta\beta = \beta_y - \beta_x$ は大きくなる。その結果、光ファイバの光軸に揺らぎや変動が存在しても両偏波モードは伝搬定数の不一致のために結合することができず、相互に干渉し合うことなく伝

距離伝搬が可能となる。

ここで、従来の楕円コア型光ファイバとの関係を考えるために、本実施例の光ファイバに相当する従来の楕円コア型光ファイバを、 x 、 y 方向へのコアの屈折率の2次モーメントが等しい光ファイバとして定義すると、この楕円コアの長軸の長さ $2a_{eq}$ と短軸の長さ $2b_{eq}$ は、

$$a_{eq} = \left(\frac{d}{2} \right) \{ 4 [1 + 4 \left(1 + \left(\frac{t}{d} \right)^2 \right)] \}^{1/8}$$

$$b_{eq} = \left(\frac{d}{2} \right) \left(\frac{4}{1 + 4 [1 + \left(\frac{t}{d} \right)^2]^2} \right)^{1/8}$$

となる。したがって、たとえば、本実施例の偏波保持光ファイバが $d = t$ であるとする、この偏波保持光ファイバは、 $(b_{eq}/a_{eq}) = 0.24$ の楕円コア型偏波保持光ファイバに相当するといえる。2つのコア間隔を調整することにより簡単に楕円率の大きな楕円コア型偏波保持光ファイバ相当の光ファイバを得ることができる。

つぎに、第1図に示す本実施例の偏波保持光ファイバ10を試作し、特性試験を行った結果を示

す。試作した偏波保持光ファイバのパラメータは以下のようである。

$$d = 2.1 \mu\text{m}$$

$$t = 2.2 \mu\text{m}$$

$$\Delta n = 0.6\% \quad (\text{コアとクラッドの屈折率差})$$

$$\text{クラッド径} = 125 \mu\text{m}$$

$$\text{被覆径} = 400 \mu\text{m} \quad (\text{ウレタン・アクリレート樹脂})$$

なお、コアにはゲルマニウム(Ge)を添加した石英を、また、クラッドには無添加の石英をそれぞれ材料として用いている。

この試作光ファイバを計測した結果、伝送損失は波長1.3 μm と波長1.55 μm の光に対して、それぞれ0.39 dB/km、0.20 dB/kmであった。このように、本試作光ファイバは、低損失、特に波長1.55 μm の光に対して低損失であることが確認された。このように伝送損失が低いことの理由としては、①応力付与型偏波保持光ファイバのような応力付与部を全く使用していないこと、②および、電界の最も集中する光ファイバ中心がGe添加されていないクラッドであるこ

とからGeによる散乱の影響を受けないこと、等が挙げられる。また、 x 、 y 両偏波の正規化複屈折率としては 2.6×10^{-4} が得られ、十分な偏波保持特性が確認された。

なお、本発明の偏波保持光ファイバは、上記実施例の構造に限定されるものではない。例えば、横断面におけるコア形状は必ずしも真円形である必要はなく、第3図の横断面図に示すように、楕円形状のコア21、22を用いても良い。また、2つのコアの大きさが同一である必要はなく、第4図の横断面図に示すように一方コア23が他方のコア24よりも大きいものであっても良い。

さらに、本実施例のコア11、12内の屈折率分布はステップ型であるが、分布型であっても良い。

また、本実施例ではコアの数を2個としたが、3個以上のコアを使用して x 、 y 方向の幾何学的異方性を発生させても良い。

さらに、 x 、 y 方向の複屈折の異方性を増大させるために、第5図に示すように、応力付与部

25、26を付加しても良い。この場合の応力付与部25、26としては、従来からの応力付与型偏波保持光ファイバで多く使用されているB添加石英やA1添加石英を用いることができる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の偏波保持光ファイバによれば、複数のコアを適当な間隔離して配置するだけという極めて簡単な構造で、導波構造の幾何学的異方性による複屈折を実現し、偏波保持作用を達成している。したがって、コア間隔などを調整するだけで、楕円コア型光ファイバにおけるコアの楕円度に相当するパラメータを正確にかつ容易に調整することが可能である。特に、従来はその製作が困難であった大きな楕円度の楕円コア型光ファイバに相当する偏波保持光ファイバを容易に実現できる。

さらに、電磁界分布を考えると最もエネルギーの集中する光ファイバ中心をクラッド材質とすることが可能であり、このような構造とすると、一般にクラッドにはコアと異なりGeなどの散乱を増

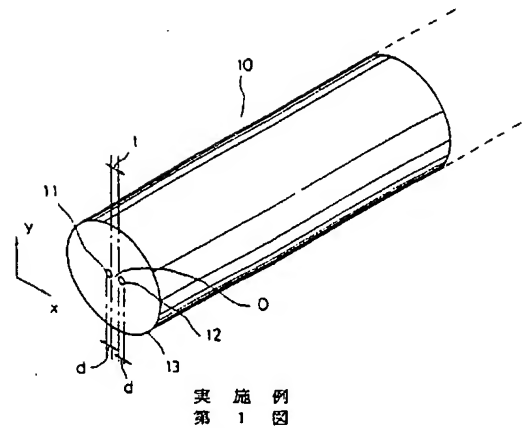
加させる添加物が含有していないので、伝送損失が従来の単一のコアによる偏波保持光ファイバに比べて小さいという利点がある。

しかも、従来の応力付与型偏波保持光ファイバで用いられているような高価なB添加石英の応力付与部を必要としないので、安価に作製することが可能となる。

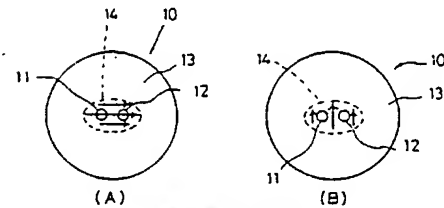
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例を示す斜視図、第2図は、その横断面図、第3図及び第4図は、それぞれ他の実施例を示す横断面図、第5図は、第1図の実施例に応力付与部を付加した例を示す斜視図、第6図及び第7図は、それぞれ従来の偏波保持光ファイバを示す横断面図である。

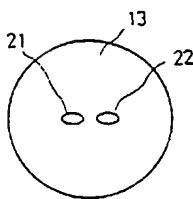
10…偏波保持光ファイバ、11、12、21～22…コア、13…クラッド、14…導波部。



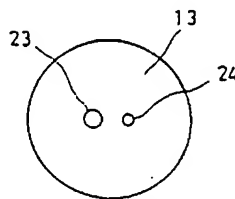
実施例
第1図



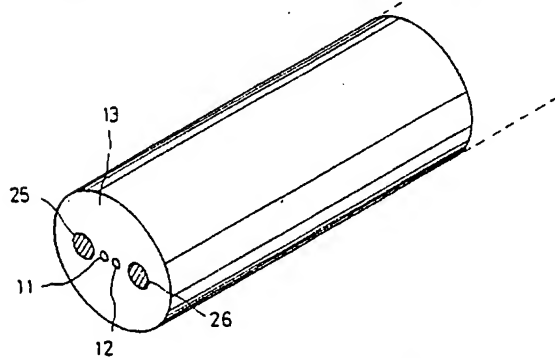
実施例の横断面
第2図



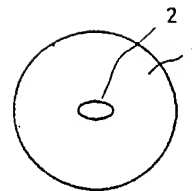
他の実施例の横断面
第3図



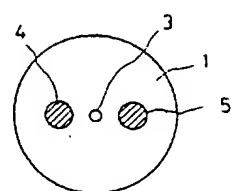
他の実施例の横断面
第4図



応力付与部を付加した例
第5図



従来の楕円コア型
光ファイバ
第6図



従来の応力付与型
光ファイバ
第7図